



GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE UN RELOJ (CON MILLONES DE AÑOS)



Proyecto financiado por



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE

Acción financiada en el marco de la Convocatoria de ayudas
para el programa de cultura científica y de la innovación 2012
de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD





GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE UN RELOJ (CON MILLONES DE AÑOS)



IDEA Y DISEÑO EXPOSITIVO DE:

ALFREDO BARATAS DÍAZ - JUAN DE DIOS CENTENO CARRILLO - LORENA MARÍA GARCÍA ÁLVAREZ -
ÁLVARO GARCÍA QUINTANA - ROCÍO GIMÉNEZ FERNÁNDEZ - JOSÉ MARÍA HERNÁNDEZ DE MIGUEL -
VICTORIA LÓPEZ-ACEVEDO CORNEJO - JUAN CARLOS MARÍN BLANCO - MARÍA BELÉN MORALES VANCHEVA -
GISELA OLIVÁN MARTÍNEZ - RAIMUNDO OUTERELO DOMÍNGUEZ - MARIANO PADILLA CANO -
ESTELA SERIÑA RAMÍREZ - BELÉN SOUTULLO GARCÍA - ÁNGELES VÁZQUEZ MARTÍNEZ

MAQUETAS

PARIS MATÍA (DIRECTOR Y COORDINADOR DEL EQUIPO DE TRABAJO. FACULTAD DE BELLAS ARTES UCM),
OLGA RODRIGO, M^a JESÚS ROMERO, ÓSCAR RODRIGO, ELVIRA SALDAÑA, ALEJANDRO LEE

CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES:

MARCO ANSÓN - JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MARCO - ROCÍO GIMÉNEZ FERNÁNDEZ - ELOY MANZANERO - RAÚL MARTÍN -
MIGUEL ANGEL MIÑÓN PEREZ - MARÍA BELÉN MORALES VANCHEVA - GISELA OLIVÁN - JAVIER PEDRAZA -
LUIS G. QUINTANILLA - <http://cpgeosystems.com/mollglobe.html> - WIKIMEDIA COMMONS

**CENTRO DE INTERPRETACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD
REAL JARDÍN BOTÁNICO ALFONSO XIII**

MONTAJE:

EXPO SISTEM

Proyecto financiado por

Acción financiada en el marco de la Convocatoria de ayudas
para el programa de cultura científica y de la innovación 2012
de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



Q	CUATERNARIO	2,6 M.a - Actualidad
N	NEÓGENO	23-2,6 M.a.
Pe	PALEÓGENO	66-23 M.a.
K	CRETÁCICO	145-66 M.a.
J	JURÁSICO	201-145 M.a.
Tr	TRIÁSICO	252-201 M.a.
P	PÉRMICO	299-252 M.a.
C	CARBONÍFERO	359-299 M.a.
D	DEVÓNICO	419-359 M.a.
S	SILÚRICO	443-419 M.a.
O	ORDOVÍCIO	485-443 M.a.
€	CÁMBRICO	541-485 M.a.
P	PROTEROZOICO	2500-541 M.a.
A	ARCAICO	4000-2500 M.a.
pA	HÁDICO	4.600-4000 M.a.

GEODIVERSIDAD Y BIODIVERSIDAD A TRAVÉS DE UN RELOJ (CON MILLONES DE AÑOS)

La historia de la Tierra se divide en intervalos de tiempo con nombre propio y duración variable, que tienen geografía, clima y organismos característicos.

Os invitamos a dar un paseo por el tiempo.



El Jardín Botánico Alfonso XIII muestra una selección de especies que pueblan el planeta en la actualidad....

Q	HÁDICO
N	•••••
Pe	~4600-4000 M.a.
K	•••••
J	•••••
Tr	
P	Término derivado de Hades, dios del infierno en la mitología griega.
C	
D	
S	
O	
€	
P	
A	
pA	

Unos 10.000 millones de años después del *Big Bang* comienza la época más remota de la historia de nuestro planeta: el Hádico. Hasta su nombre -en recuerdo del dios griego Hades, señor del inframundo- ilustra la desolación de una Tierra muy caliente, estéril y sin agua líquida, donde los impactos de meteoritos son continuos y violentos.

La Tierra no conserva rocas de esta época aunque sí las hay en otros cuerpos del Sistema Solar. Sin embargo, aún podemos observar los resultados de estos convulsos tiempos: la Luna y la estructura interna del planeta.

El impacto de un asteroide arranca la Luna de la Tierra. La estructura interna de nuestro planeta se debe al hundimiento de los elementos más pesados (hierro, níquel) hacia el centro, donde forman un núcleo metálico, mientras que los ligeros (silicio, oxígeno, carbono) se acumulan en las capas más externas.



Un circón es para siempre:
Los únicos materiales de origen terrestre que conservamos del Hádico son circones, unos minerales muy resistentes



El impacto de un asteroide sobre la Tierra dio origen a la Luna



Las rocas de origen terrestre más antiguas que se conservan tienen esta edad. La superficie terrestre se enfría y se forman los primeros continentes, mucho más pequeños que los actuales. Los gases de origen volcánico dan lugar a una atmósfera primitiva, rica en metano, dióxido de carbono y vapor de agua, pero sin oxígeno libre. Con el enfriamiento de la superficie, la condensación del vapor de agua origina los primeros océanos.

Las rocas arcaicas registran la presencia de vida desde hace 3.500 M.a., son los primeros fósiles de organismos procariotas (células sin núcleo diferenciado), que se disponen en formaciones laminares llamadas estromatolitos. Al comienzo, los organismos quimiosintéticos debieron ser los más abundantes, pero pronto aparecen los primeros organismos fotosintéticos (cianobacterias) capaces de usar la luz del Sol como fuente de energía para sus funciones vitales. Este proceso resultará fundamental para la historia de la Biosfera.



Estromatolitos

ARCAICO

Estromatolitos en Hamelin Pool (Australia)

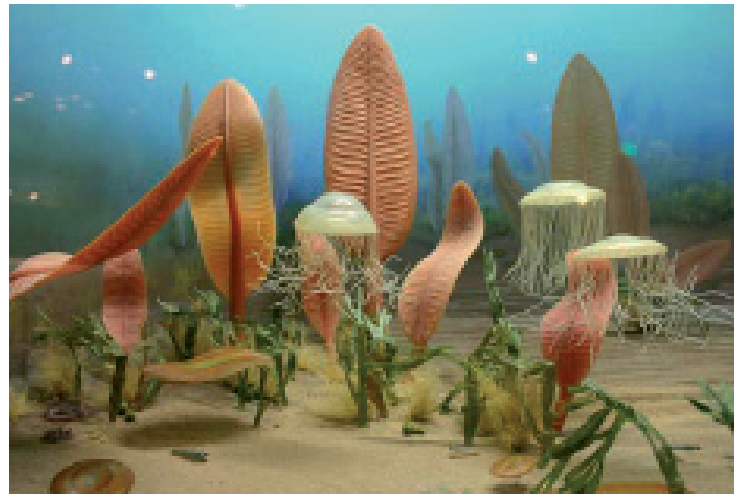
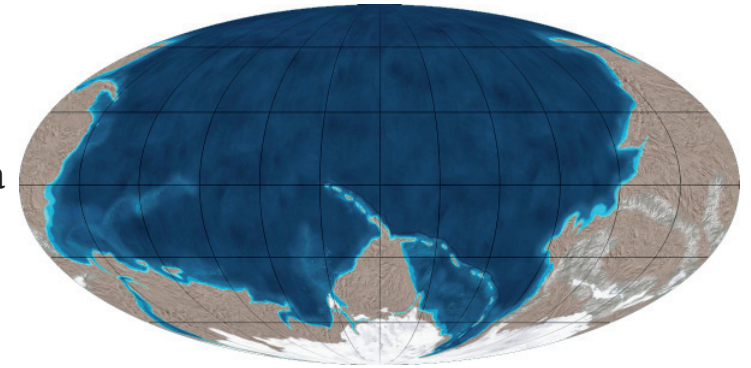


Organismos similares a estas cianobacterias proliferaron en el Arcaico



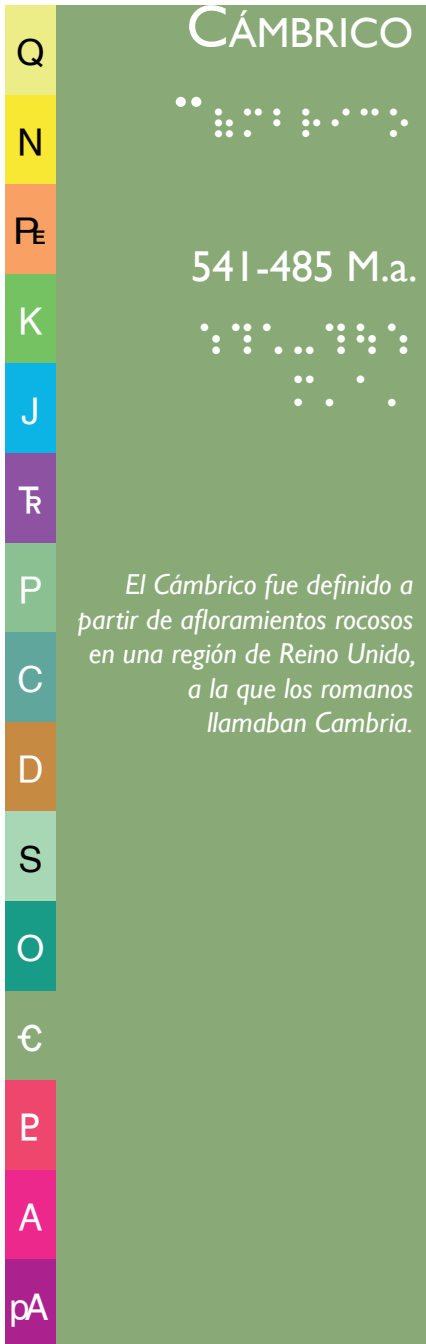
Las masas continentales se consolidan y alcanzan el tamaño de verdaderos continentes, que colisionan entre sí y forman cadenas montañosas. Como consecuencia de la tectónica de placas se alternan periodos en los que los continentes están dispersos y periodos en los que se encuentran agrupados formando un único continente; es lo que llamamos ciclo del Supercontinente, que continúa funcionando en la actualidad. Los dos últimos supercontinentes del Proterozoico reciben el nombre de Rodinia (formado hacia los 1000 Ma) y Pannotia (hacia los 600 M. a.).

Como resultado de la actividad fotosintética de los primeros seres vivos, el oxígeno se acumula progresivamente en la atmósfera.

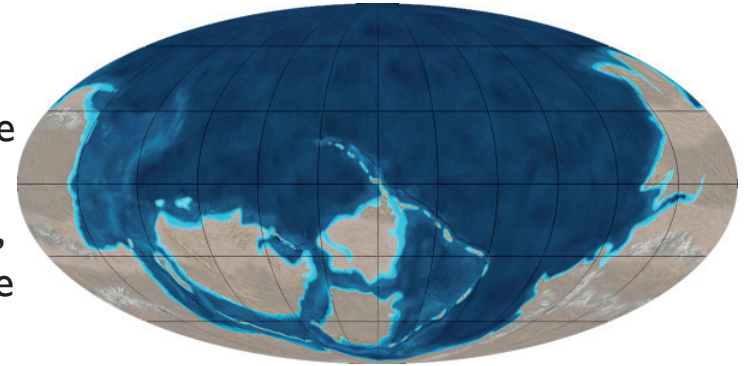


Al final del Proterozoico aparecen los primeros organismos pluricelulares (fauna de Ediacara)

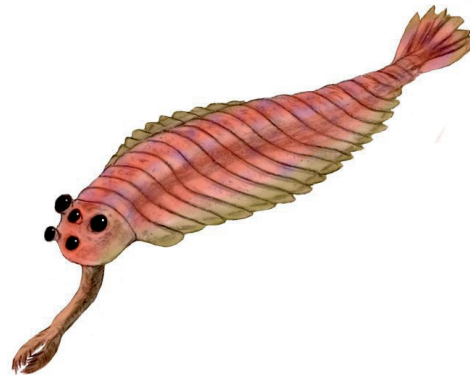
En este eón aparecen los primeros organismos con células eucariotas, que presentan núcleo definido y orgánulos, fruto de la endosimbiosis con células procariotas. Casi al final aparecen organismos pluricelulares en la mayoría de los grandes grupos de eucariotas (hongos, plantas, cromoalveolados y animales).



Pannotia se ha fracturado en cuatro continentes: Laurentia (aproximadamente Norteamérica y Groenlandia), Báltica (aproximadamente Norte de Europa), Siberia, y Gondwana. Este último es un supercontinente que contiene Sudamérica, África, India, Australia, Antártida y gran parte de Asia y de Europa, incluida la península Ibérica.



En un intervalo de tiempo breve, en términos geológicos, se produce una explosión de vida. Aparecen los principales grupos de invertebrados marinos: artrópodos, moluscos, braquiópodos, anélidos y los primeros vertebrados agnatos, entre otros. Muchos de ellos fosilizan bien por tener caparazón y nos han dejado fósiles característicos como los trilobites o los arqueociatos.



Opabinia, ejemplar de artrópodo marino



Recreación de fauna cámbrica

ORDOVÍCICO



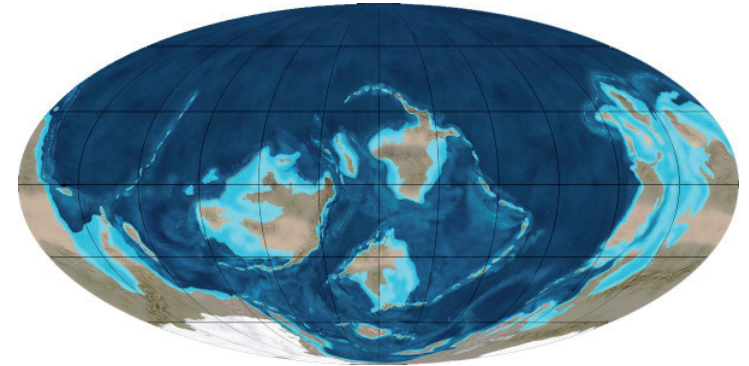
485-443 M.a.

Definido en las rocas del territorio de los Ordovices, antiguas tribus célticas de Gales (Reino Unido).

En el margen de Gondwana se individualizan dos fragmentos continentales: Avalonia y Armórica. Partes de ellos forman actualmente el suroeste de la península Ibérica. Se produce un aumento de la diversidad biológica de los invertebrados y en los océanos proliferan los cefalópodos, bivalvos, equinodermos, etc. Surgen los primeros peces, conocidos como peces acorazados. Se han encontrado fósiles de esporas que demuestran que ya había comenzado la conquista del medio terrestre por parte de las plantas (fruto de la adaptación de las algas verdes cariofíceas).

En zonas húmedas se forman grandes praderas con vegetales similares a los briófitos actuales.

Al final del Ordovícico, la expansión de los glaciares y el enfriamiento de los océanos pudo ser una de las causas de la primera gran extinción, que hizo desaparecer aproximadamente el 25% de las formas de vida en el Cámbrico.



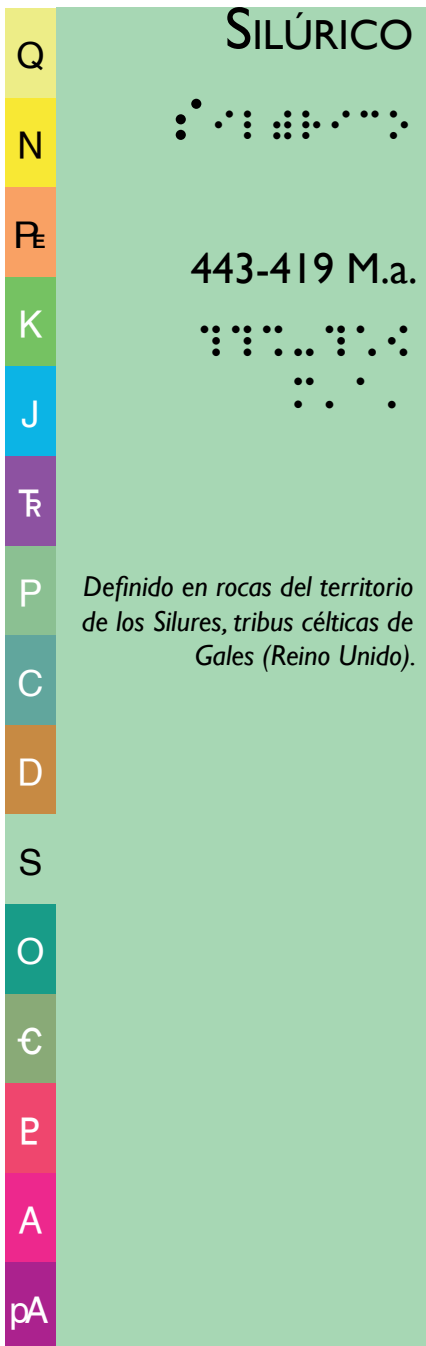
Fósil de esporas
en tétrada



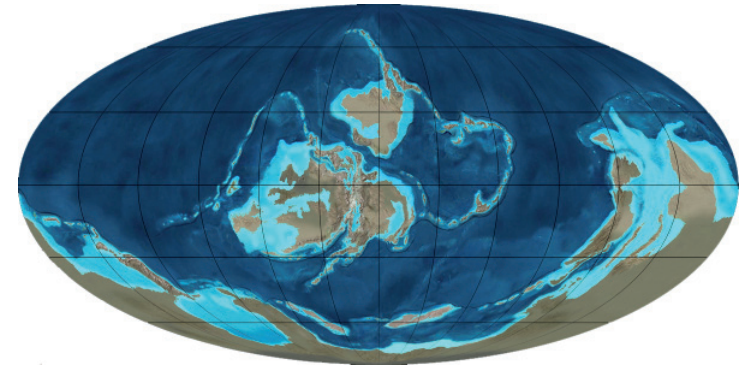
Cuarcitas armoricanas en el Parque Nacional de Monfrafüe



Orthoceras regulare
(Molusco, Cefalópodo)



Los continentes separados anteriormente, Laurentia (Norteamérica) y Báltica (norte de Europa) inician un proceso de aproximación y colisión, dando comienzo a la orogenia Caledónica, que los soldará para formar un continente nuevo: Laurusia. Los procesos tectónicos y la fusión de los casquetes glaciares ordovícicos producen un colosal ascenso del nivel del mar que inunda gran parte de los continentes.



Reconstrucción y fósil de *Didymograptus*, graptolito (Hemicordado)

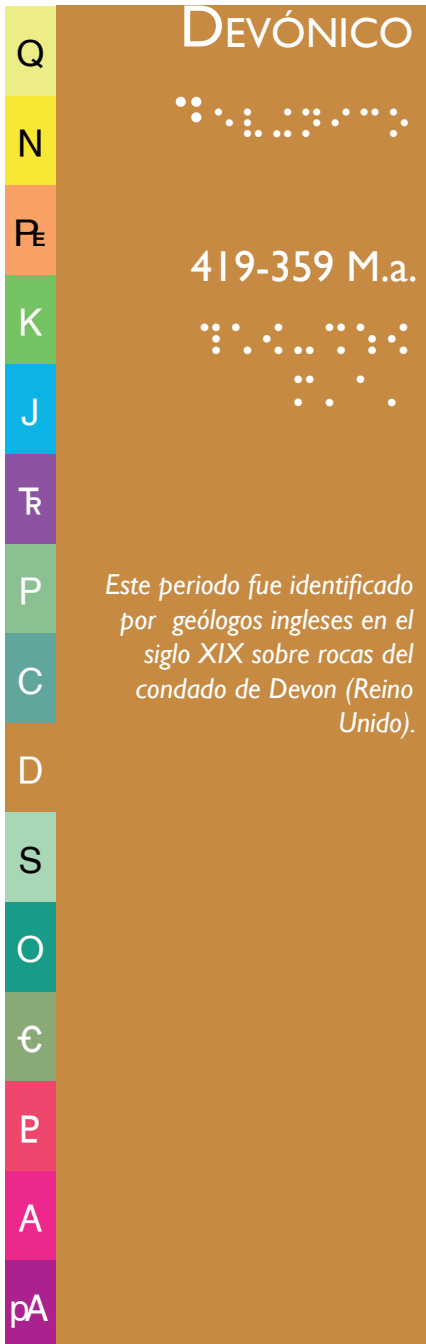
La vida prospera en el medio marino: algas, peces acorazados e invertebrados (como los grandes escorpiones acuáticos) se adueñan de los mares. Dominan los arrecifes formados por corales y estromatopóridos, hoy extintos.

De esta época proceden los primeros fósiles conocidos de plantas vasculares terrestres, que ya tienen cutículas.

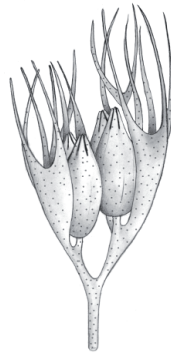
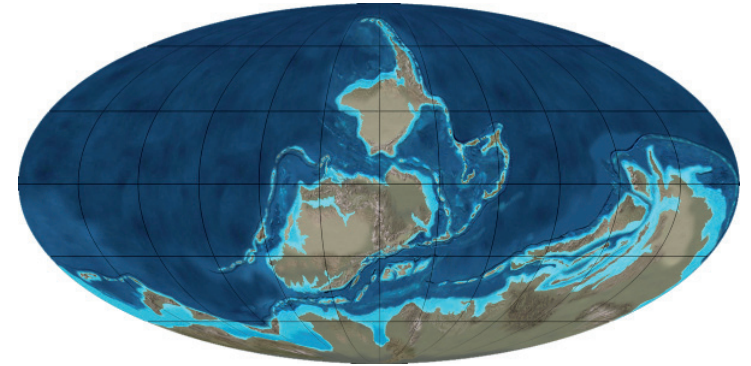
Estas capas exteriores endurecidas, que evitan la pérdida de agua y sirven como elemento protector, serán decisivas para la masiva aparición de fósiles vegetales. Los fósiles de miriápodos terrestres son la prueba de la existencia de los primeros animales en tierra firme.



Reconstrucción de un paisaje del Silúrico dominado por plantas cooksonioides



Durante esta etapa continúa la colisión entre Laurentia y Báltica, mientras que Gondwana sigue disgregándose: de su margen se desgajan dos grandes fragmentos continentales que hoy forman parte de China.



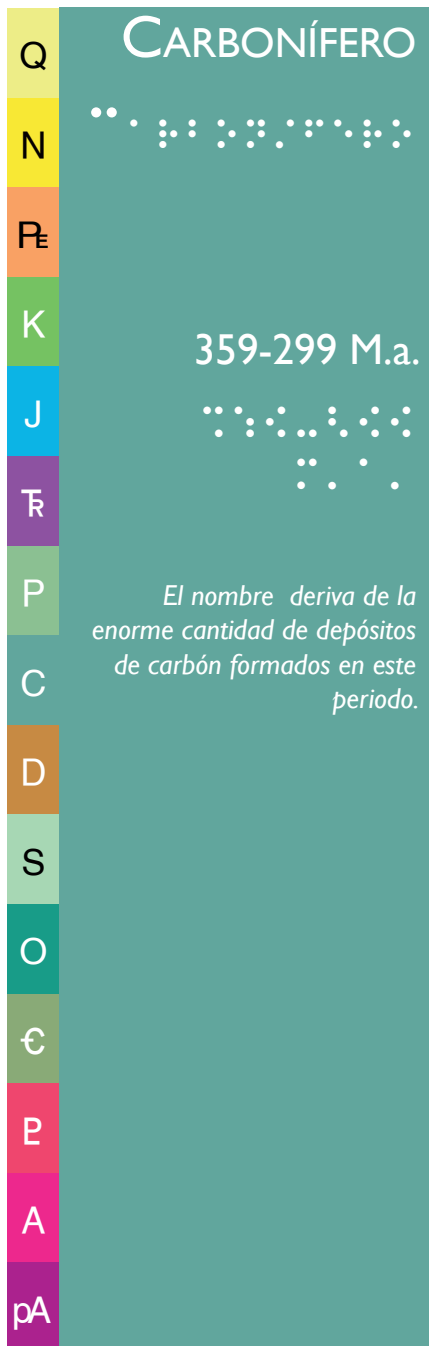
Primeras semillas de *Archaeosperma* (Gimnosperma)

Es una época de clima templado en la que aparecen los primeros bosques. Al final de este periodo aparecen los helechos y las primeras plantas con semilla.

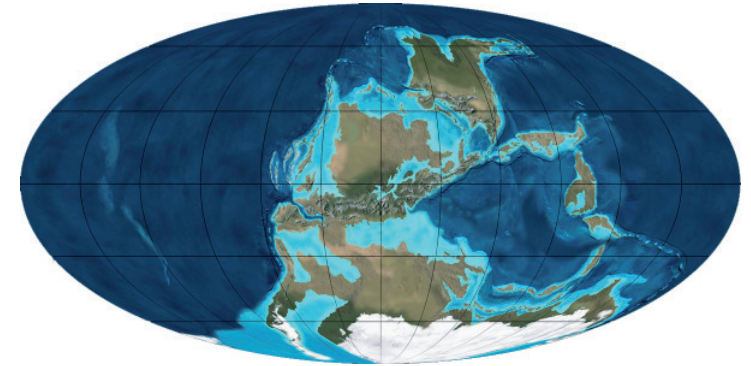
Los mares se pueblan de organismos más grandes, complejos y diversos; se forman ricos ecosistemas de algas, corales, moluscos, equinodermos y peces primitivos. En aguas poco profundas, a partir de los peces de aletas carnosas, surgen los primeros tetrápodos, que son los ancestros de los vertebrados terrestres. Al final de este periodo se produce una nueva extinción que afecta especialmente a los organismos de aguas someras y acaba con muchos de estos tetrápodos.



Animales marinos del Devónico



Una vez más, casi todas las masas continentales comienzan a aglutinarse en un único supercontinente: Pangea. La colisión entre ellas da comienzo al levantamiento de cordilleras de magnitudes himaláicas, es la orogenia Varisca o Hercínica. Al final del periodo se produce una glaciación que forma un gran casquete de hielo sobre el Polo Sur.

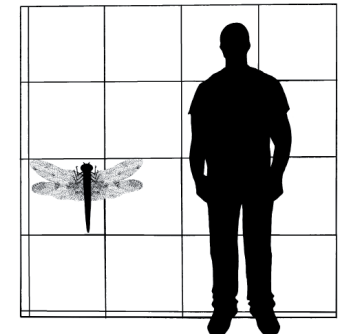


Tronco fósil de *Syringodendron*. Bosque fósil de Champclauzon. Cuenca hullera de La Grand Combe, Francia

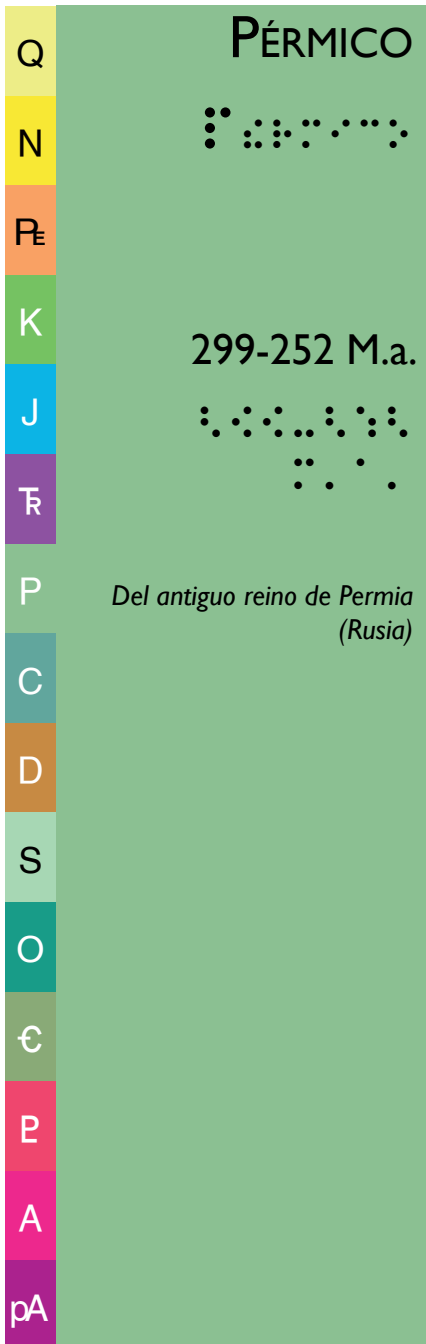
La vida marina sigue mostrando gran variedad de invertebrados, tiburones y peces con espinas. En tierra firme, el espectacular desarrollo de los vegetales determinará la formación de grandes bosques de gimnospermas (cicadales), que enriquecen la atmósfera en oxígeno y aportan materia orgánica para la formación de enormes depósitos de carbón. Los invertebrados terrestres se diversifican y algunos de ellos llegan alcanzar tamaños enormes (libélulas como gaviotas y miriápodos de dos metros). Entre los vertebrados terrestres, la diversidad y abundancia de anfibios es la característica principal, junto con la aparición de los primeros reptiles, del tamaño de lagartijas.



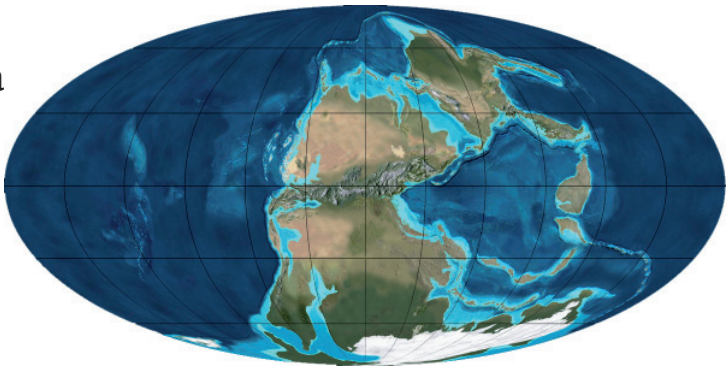
Cycas bellefonti
(Gymnosperma)



Meganueura, libélula gigante comparada con el tamaño de un ser humano



El último periodo del Paleozoico está caracterizado por una paleogeografía que muestra un único continente, Pangea, rodeado por un océano global, Panthalassa.



En los mares la abundancia de algas y microorganismos fotosintéticos no difiere mucho de los existentes en el período anterior, pero desaparecen los primitivos peces acorazados, retroceden los tiburones y se expanden los peces con espinas.



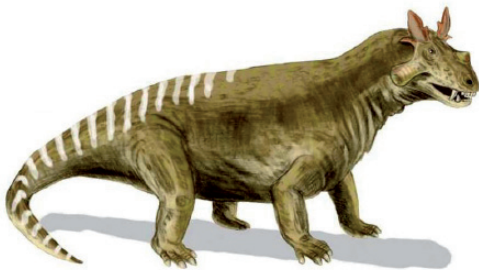
Hojas y semillas de *Ginkgo biloba* (Gymnosperma)



Coleoptera Cupedidae (Artrópodo, Insecto)

Sobre los continentes la radiación de los insectos es notable, destaca la expansión de los escarabajos (el grupo biológico que actualmente presenta una mayor diversidad). Los anfibios están bien representados; aumenta la variedad y tamaño de los reptiles, que pueden alcanzar las dimensiones de un rinoceronte.

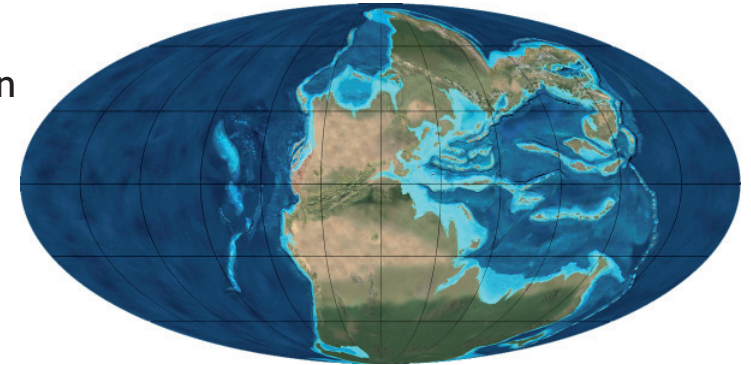
El fin del Pérmico registra la extinción en masa más importante de la historia de la Tierra, que acabó con el 95% de las especies marinas y el 75% de las terrestres. Es el fin de una era: la vida en la Tierra no volverá a ser la misma. Esta catástrofe parece deberse al mayor episodio volcánico que se ha registrado en nuestro planeta.



Estemmenosuchus mirabilis (Synapsida, Terápsido)



Las enormes dimensiones de Pangea hacen que sea inestable y empiece a fragmentarse. Se generan zonas de fractura que originan áreas deprimidas, ocupadas por ríos (gravas y arenas), por el mar (calizas) o por saladares (arcillas y yesos).

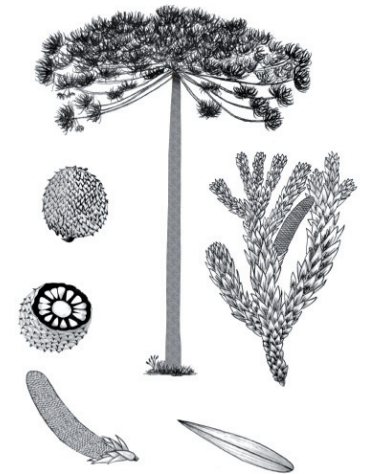


La vida se recupera lentamente de la gran extinción pérmica: en los mares aparecen los

arrecifes de corales modernos; en tierra dominan las coníferas y helechos. Los reptiles se diversifican: aparecen los cocodrilos, las tortugas y los primeros reptiles acuáticos y voladores. Surgen también los primeros dinosaurios; al principio son pequeños, aunque rápidamente alcanzan grandes tamaños. Casi simultáneamente aparecen los primeros mamíferos, del tamaño de ratones. El Triásico finaliza también con una extinción relacionada con un nuevo periodo de vulcanismo masivo en el que desaparecen, entre otros, los grandes reptiles herbívoros y muchos grupos de la fauna marina.



Areniscas rojas del Triásico en el Parque Natural del Alto Tajo (Guadalajara)



Araucaria angustifolia
(Gymnosperma)

Q

N

Pe

K

J

Tr

P

C

D

S

O

€

P

A

pA

JURÁSICO

•••••

•••••

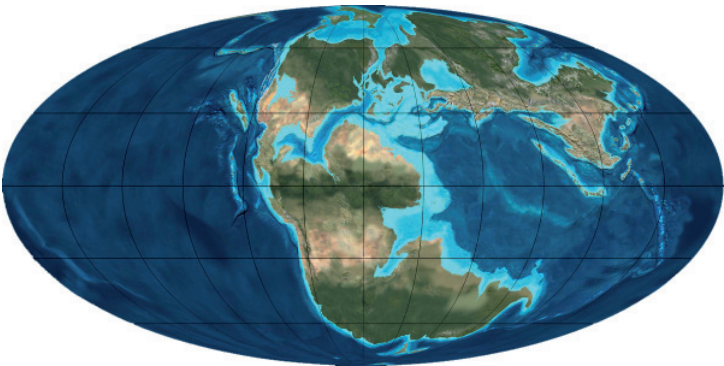
201-145 M.a.

•••••

•••••

Definido por Alexander von Humboldt en las montañas del Jura (Suiza).

El Atlántico comienza a abrirse y Pangea se escinde en dos supercontinentes: Laurasia al norte (Norteamérica, Groenlandia y Eurasia) y Gondwana al sur (Sudamérica, África, India, Antártida y Australia). Hacia el final del período el bloque constituido por India, Antártida y Australia se separa de Gondwana y empieza a abrirse el océano Índico.



Calizas del Jurásico en El Torcal de Antequera (Málaga)

El ascenso continuado del nivel del mar inunda los continentes y Europa queda reducida a un archipiélago. El clima, cálido y húmedo, favorece el desarrollo de una rica vegetación de coníferas, ginkgos, cicadales y helechos arborescentes.

La fauna terrestre está dominada por los grandes dinosaurios, mientras los mamíferos ocupan los nichos biológicos residuales. La vida marina florece intensamente y las grandes acumulaciones de materia orgánica se transformarán en yacimientos de petróleo. Los ammonites, plesiosaurios e ictiosaurios son los animales acuáticos más representativos. Los pterosaurios dominan los cielos jurásicos y al final del periodo aparecen las primeras aves.



Ammonites (Molusco cefalópodo, ammonoideo)



Archeopteryis (Ave) en un bosque de helechos arborescentes

Q
N
Pe
K
J
Tr
P
C
D
S
O
e
P
A
pA

CRETÁCICO

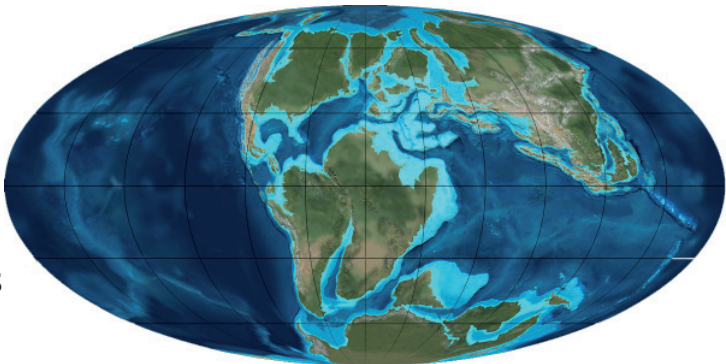
••••••••••••••••••••

145-66 M.a.

••••••••••••••••••••

Designado así por las formaciones de creta o tiza, la roca blanca que forma los acantilados de Normandía y del sur de Inglaterra.

Durante el Cretácico aumenta mucho la actividad volcánica submarina, lo que genera un efecto super-invernadero. La disgregación de Pangea se acelera: Eurasia se separa de Norteamérica y África de Sudamérica. La India se desgaja y comienza a desplazarse hacia el norte. Los nuevos océanos se amplían, sus fondos se abomban y el nivel de los mares asciende aún más.



Acantilados de la creta en Normandía (Francia).

Mares cálidos y climas templados favorecen la diversidad de la vida. Ammonites y reptiles reinan en unos mares repletos de algas, bivalvos y otros invertebrados. Los dinosaurios siguen dominando la Tierra y reptiles del tamaño de avionetas surcan los cielos. Mientras, los mamíferos se diversifican y prosperan discretamente.

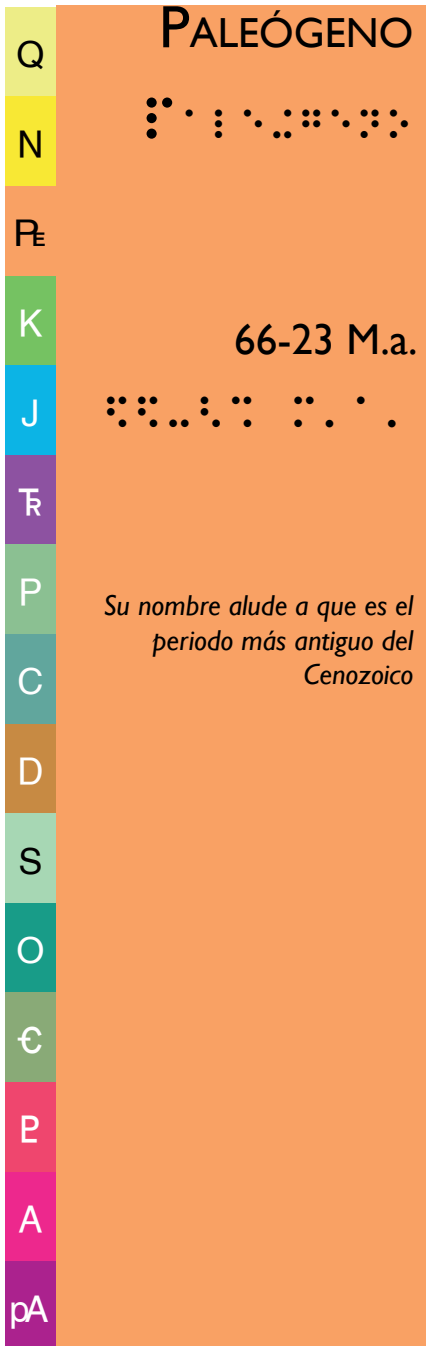
Aparecen las primeras angiospermas (plantas con flor) que sufren una rápida radiación adaptativa. Al final del Cretácico el impacto de un asteroide de 10 kilómetros de diámetro provoca una catástrofe climática y ecológica que conduce a una nueva extinción: entre otros, desaparecen los dinosaurios no aviares, los grandes reptiles y los ammonites. Las nuevas condiciones medioambientales favorecerán la expansión de mamíferos y angiospermas.



Reconstrucción ambiental del Yacimiento de las Hoya, en Cuenca. En primer término *Concavenator corcovatus*, un dinosaurio carnívoro del Cretácico inferior.



Paeonia broteroi (Angiosperma)

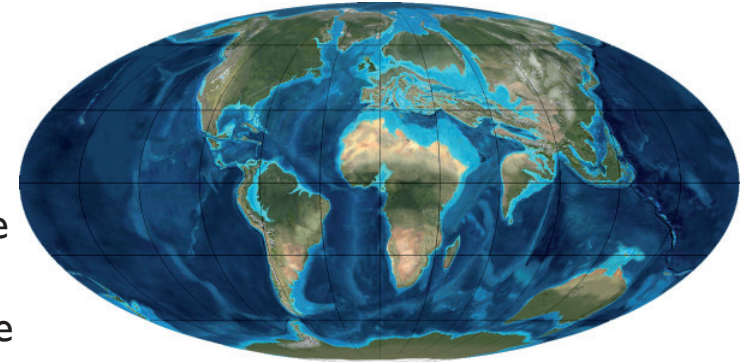


Continúa la dispersión de los continentes, que se encaminan hacia su posición actual. Europa y África se distancian de las dos Américas, la India migra veloz hacia Asia, y la Antártida se queda aislada sobre el Polo Sur. Con esta distribución de las masas continentales se establece la corriente

circumpolar antártica, que provoca un enfriamiento climático y la formación del casquete polar austral. El movimiento hacia el norte de África y la India, y su colisión con Europa y Asia dan lugar a la orogenia Alpina, con las formaciones montañosas de la Europa meridional (Alpes, Cárpatos, Pirineos, Béticas) y los Himalayas. Prosigue la subducción



Mariposa esfinge polinizando flor de *Petunia* (Angiosperma)



Conglomerados de Montserrat

del fondo oceánico pacífico, que levanta las Rocosas y los Andes.

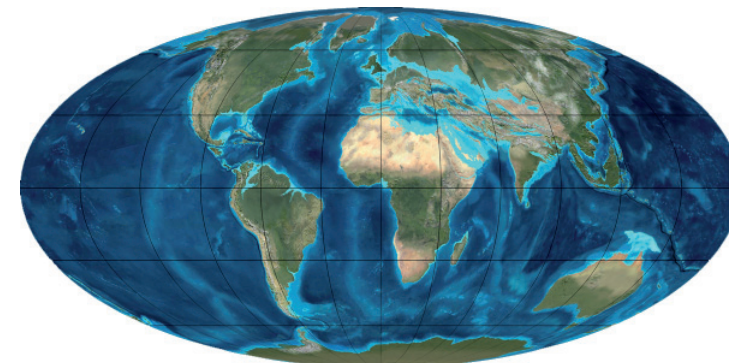
Tras la extinción cretácica y la desaparición de los grandes reptiles, se produce la radiación evolutiva de los mamíferos, de las plantas con flor y de los insectos polinizadores, que colonizarán la práctica totalidad de los hábitats.



Basilosaurus (Mamífero, Cetáceo)

Q	NEÓGENO
N	•••••
Pe	23-2,6 M.a.
K	•••••
J	•••••
Tr	
P	Su nombre alude a que es el periodo más moderno del Cenoico
C	
D	
S	
O	
€	
P	
A	
pA	

Continúa la orogenia Alpina, que se inició en el Paleógeno. La formación de cordilleras y la distribución de los continentes producen un enfriamiento general y el inicio de una nueva glaciación que llega hasta nuestros días. La acumulación de hielo en los casquetes polares determina un descenso del nivel del mar y permite la formación de puentes terrestres entre



masas continentales. Esto facilita la migración de organismos terrestres y se altera, aún más, la circulación oceánica; así sucede, en repetidas ocasiones, en el actual istmo de Panamá.



La erosión producida por la minería romana en los conglomerados del Neógeno ha esculpido el paisaje de Las Médulas (El Bierzo, León),

Estos cambios favorecen la proliferación de una fauna con grandes herbívoros (jirafas, mastodontes, bisontes), acompañada de depredadores (felinos, cánidos, úrsidos) y de mamíferos de regiones frías (mamuts).

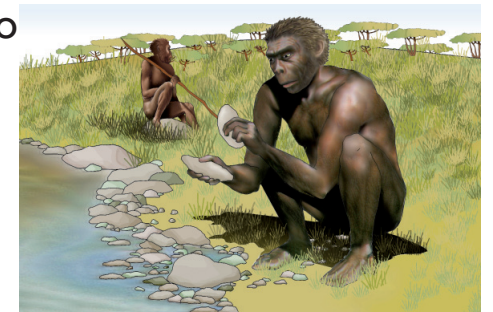
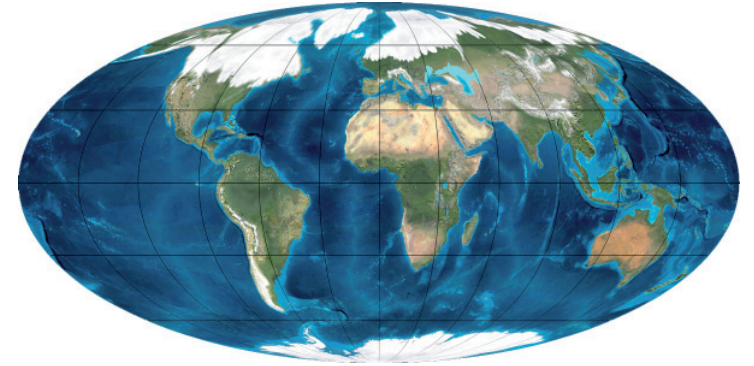
El clima más frío y más seco, junto a la expansión de las plantas herbáceas, principalmente las gramíneas, dan lugar a paisajes más abiertos: muchos bosques y selvas dan paso a desiertos, praderas, estepas, sabanas y tundras.



Reconstrucción del Yacimiento de Somosaguas (Madrid)

Q	CUATERNARIO
N	•• •• •• •• •• ••
Pe	2,6 M. a. – act.
K	•• •• •• •• •• ••
J	•• •• •• •• •• ••
T	
P	Una antigua división de la historia de la Tierra establecía cuatro eras. La cuaternaria era la más próxima a nuestros días.
C	
D	
S	
O	
€	
E	
A	
pA	

La distribución de continentes es ya actual y las cordilleras alpinas (Himalaya, Alpes, Rocosas, Pirineos, Béticas, etc.) siguen levantándose. Hay casquetes glaciares en la Antártida, el Ártico y en las grandes cadenas montañosas, que pasan por varios periodos de crecimiento seguidos de episodios catastróficos de destrucción. Estos cambios se relacionan con variaciones cíclicas en los movimientos de la Tierra alrededor del Sol. El último máximo glaciar se produce hace 35.000 años. Hace unos 12.000 años un episodio de fusión de hielo conduce a una fase interglaciar en la que aún nos encontramos.



Homo habilis



Glaciar cuaternario



Cultivo de arroz

La acumulación de hielo sobre los continentes baja el nivel del mar y, salvo algunas excepciones, aumenta la aridez en los continentes. Los ciclos de crecimiento y destrucción de glaciares fuerzan cambios constantes en los ecosistemas. En medio de este periodo de oscilaciones, la evolución de los homínidos lleva a la aparición de *Homo sapiens*: nosotros.

Nuestra evolución cultural (agricultura, ganadería e industria) está provocando los cambios más drásticos y rápidos que una sola especie ha ocasionado a lo largo de la historia de la Tierra.

